A propos des lignes verticales dessinées par les Algues unicellulaires dans les flacons de culture;

PAR M. L. LUTZ.

Dans une communication récente[1], M. Dangeard a présenté à la Société des cultures de *Chlorella vulgaris* développées dans des vases cylindriques en verre et dessinant le long des parois des lignes verticales. Discutant les conditions dans lesquelles le phénomène s'était manifesté, il concluait que des différences d'intensité lumineuse créées par le passage de la lumière au travers des vases étaient la cause de cette disposition particulière de l'Algue.

Revenant peu après sur cette question, M. Molliard[2] pense, au contraire, que la pesanteur joue le principal rôle dans la production des lignes.

Je désire, à mon tour, soumettre à la Société une culture analogue qui pourra apporter à la solution du problème des arguments nouveaux, cette culture s'étant développée, non plus dans un vase cylindrique, mais dans un ballon incomplètement rempli par le liquide nutritif.

L'examen du ballon montre, sur la face opposée à la lumière :

1° Dans la région médiane, une plaque ovale d'Algues dont le grand axe est horizontal;

2° Au-dessous de cette plaque et la continuant, plusieurs larges lignes, situées dans autant de plans verticaux et appliquées le long de la paroi;

3° Au-dessus de la plaque un plus grand nombre de lignes fines, situées dans des plans verticaux et d'assez faible longueur;

4° Une ligne horizontale marquant le ménisque.

Les mêmes dispositions se retrouvent sur la face exposée à la lumière, mais avec moins d'intensité.

1. DANGEARD, *Note sur les propriétés phototactiques du* Chlorella vulgaris. Bull. Soc. bot. Fr., LVI, 1909, p. 368.

2. MOLLIARD (Marin), *Une explication des lignes verticales dessinées par diverses Algues aquatiques dans les flacons de culture*. Bull. Soc. bot. Fr., LVII, 1910, p. 319.

Je vais essayer d'appliquer successivement à cette culture en ballon les déductions de MM. Molliard et Dangeard.

Supposons d'abord qu'il s'agisse d'une action pure et simple de la pesanteur, en faisant abstraction des phénomènes lumineux.

Il est évident *a priori* que cette action devra s'exercer au maximum dans la région des parois du ballon la plus rapprochée de la verticale, c'est-à-dire dans sa portion médiane AB et qu'elle ira en décroissant au fur et à mesure que l'on se rapprochera du fond F. Il en résulte que, si la production des lignes verticales par les Algues était due à la pesanteur, elle devrait être maxima dans la région où celle-ci s'exerce avec sa plus grande intensité, c'est-à-dire suivant AB. Puis, la paroi s'incurvant, la composante de la force dirigée dans le sens vertical s'atténuerait progressivement et l'Algue pourrait s'étaler latéralement, de telle sorte que les lignes verticales s'élargiraient à mesure qu'on se rapprocherait du fond où elles tendraient à constituer une plaque.

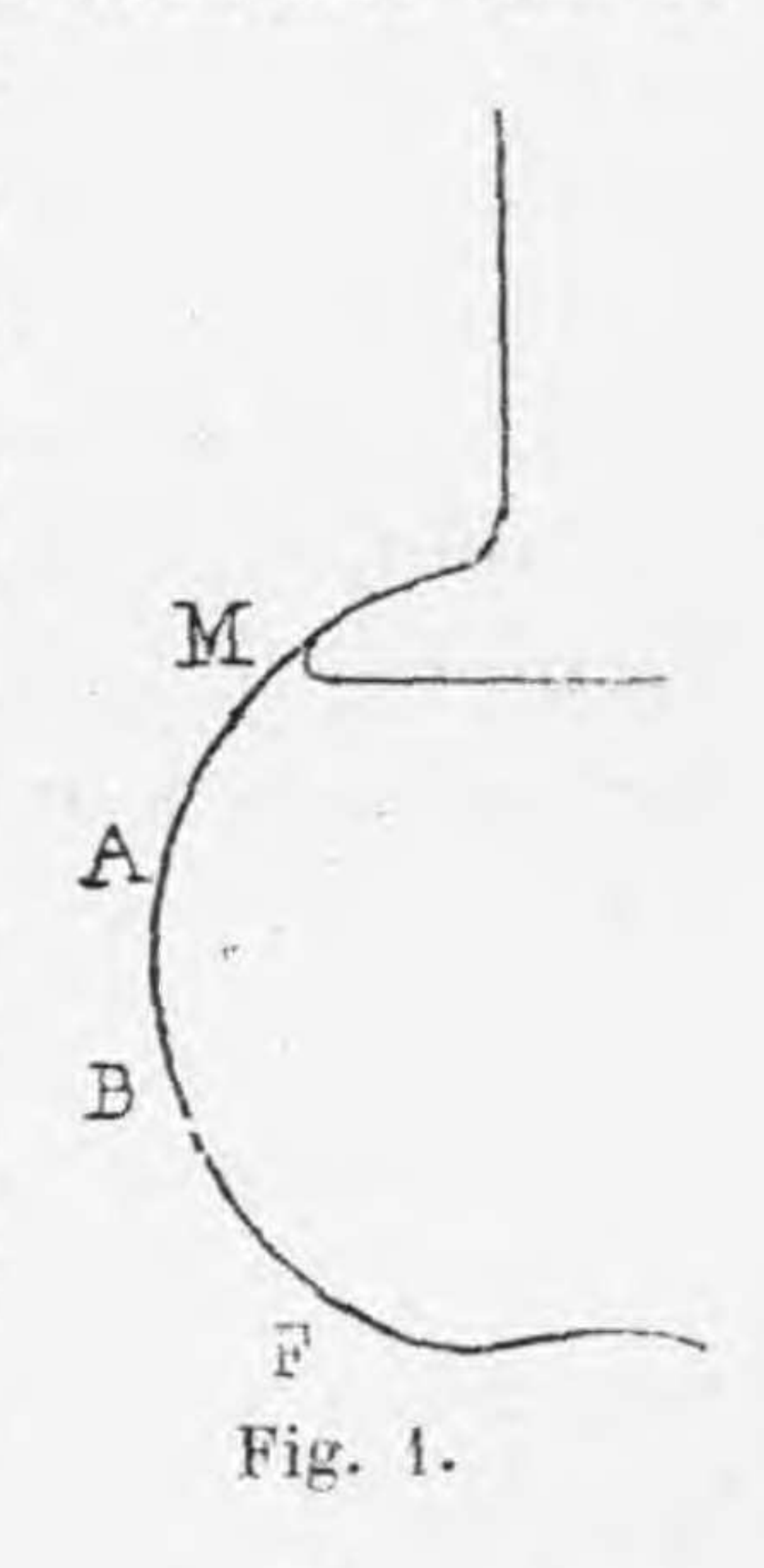


Fig. 1.

D'autre part, dans la portion AM du ballon, qui est en surplomb, la pesanteur, si elle agissait seule, tendrait à faire tomber les Algues au travers du liquide nutritif et non à s'appliquer sur la paroi, ni surtout à y dessiner des lignes plutôt que toute autre figure.

Enfin, la pesanteur est tout à fait incapable d'expliquer la ligne horizontale marquant le ménisque.

Cherchons maintenant à placer le phénomène sous l'influence de l'intensité lumineuse.

La région médiane AB de la paroi du ballon est sensiblement verticale et perpendiculaire aux rayons lumineux (la faible courbure peut être en effet négligée si l'on ne considère pas une large portion de surface). Dans ces conditions, la presque totalité des rayons lumineux incidents, arrivant normalement sur le ballon, pénétrera dans son intérieur et viendra éclairer vivement la paroi opposée. Au contraire, dans les régions AM et BF, une partie de ces rayons, d'autant plus

grande que l'on s'écartera de AB, frappera obliquement la paroi et sera ou fortement réfractée, ou même réfléchie. Les zones correspondant à AM et BF sur la face opposée du ballon recevront donc une quantité de lumière très amoindrie et, par conséquent, devront être le siège d'un moindre développement d'organismes verts.

Si maintenant l'on observe sur un écran blanc l'image du ballon placé devant une fenêtre, on voit nettement s'y projeter la même série de lignes verticales [1] que M. Dangeard a photographiées au travers de son flacon cylindrique. Mais ces lignes, très nettes au-dessus et au-dessous de AB, sont littéralement noyées par la lumière dans cette zone AB.

Enfin, on peut noter que le ménisque M correspond à une ligne de vif éclairement, au-dessous de laquelle se trouve une bande plus sombre. Cette ligne de vif éclairement est facile à expliquer, si l'on remarque que le ménisque constitue à l'intérieur du ballon une surface réfléchissante, convexe par rapport aux rayons lumineux qui viennent de pénétrer à la partie supérieure du liquide. Un certain nombre d'entre eux y subissent par suite la réflexion totale et restent dans le liquide, qui se trouve ainsi éclairé avec plus d'intensité. Au-dessous du ménisque, le phénomène n'a plus lieu, et les rayons qui pénètrent dans le ballon s'éloignent de la paroi sans rencontrer d'obstacle, éclairant moins vivement la portion périphérique.

Or, si l'on examine le développement des Algues dans le ballon, on voit que c'est précisément dans la zone AB correspondant à l'éclairement maximum que l'on observe la végétation en plaque. Celle-ci s'estompe légèrement à la périphérie, puis, au-dessus et au-dessous, on retrouve dessinées les lignes verticales dont nous avons vu la projection sur l'écran. Enfin la zone très éclairée du ménisque est aussi marquée par une ligne d'Algues horizontale.

Cette constatation suffirait donc à faire pencher la balance en faveur de l'explication donnée par M. Dangeard. Néanmoins il reste à discuter l'une des expériences de M. Molliard faite

1. J'emploie le terme impropre de vertical pour plus de simplicité : par suite de la forme même du ballon, ces lignes sont non exactement verticales, mais dirigées suivant les diverses génératrices du ballon.

dans un tube incliné et qui semble en contradiction avec l'idée d'une action lumineuse. L'auteur remarque que, dans ce cas, les images que l'on peut recevoir sur un écran restent, quelle que soit la position du tube, constituées par des bandes lumineuses parallèles à son axe et que, par suite, la lumière n'a pu intervenir pour déterminer les Algues à se grouper suivant des lignes verticales, alors que normalement elles eussent dû le faire suivant certaines génératrices du tube. Ceci est vrai, si l'on observe à travers le tube une source lumineuse placée à l'infini, le ciel, par exemple, mais, dans la pratique, il en est bien rarement ainsi. En effet, dans les conditions expérimentales ordinaires, on se trouve environné d'une foule d'objets : arbres, maisons, barreaux de fenêtres, etc., qui s'interposent entre la source lumineuse et le tube et vis-à-vis desquels celui-ci se conduit à la manière d'une lentille.

Voyons ce qui se passe dans ce cas, et pour cela, remplissons d'eau un gros tube cylindrique de verre moulé (pas un tube à essais ordinaire qui présente des stries longitudinales susceptibles de fausser l'observation); puis interposons ce tube entre l'œil et des objets quelconques placés à une certaine distance. Pour plus de simplicité, nous examinerons uniquement les lignes verticales de ces objets, le même raisonnement s'appliquant aux lignes horizontales pour la position perpendiculaire.

Mettons d'abord le tube dans une position verticale. Les rayons lumineux émanés des objets visés viendront, après avoir traversé le tube, dessiner sur la rétine une image droite : dans ces conditions, en effet, le tube s'est conduit comme une série de lames à faces parallèles et s'est laissé simplement traverser par les rayons, sans les dévier.

Inclinons lentement le tube. L'image perçue par l'œil va s'incliner en même temps, mais beaucoup plus vite, de telle sorte que lorsque le tube sera horizontal, c'est-à-dire aura tourné de 90°, l'image sera complètement renversée, c'est-à-dire aura tourné de 180° : le tube se conduit à ce moment à la manière d'une lentille. Dans les positions intermédiaires, on assiste au passage progressif de la vision directe de l'objet à celle de son image, et l'on peut ainsi constater qu'après une

rotation du tube de 60° environ l'image est déjà presque verticale et renversée.

Comme les objets interposés sont situés par rapport à la surface réfractante à une distance beaucoup plus faible que la source lumineuse générale qui est à l'infini, les alternatives d'ombre et de lumière provenant de leurs images auront une intensité suffisante pour masquer complètement celles situées suivant les génératrices qui étaient parfaitement visibles lorsqu'on visait l'infini, et elles agiront vraisemblablement sur les Algues pour en déterminer la pullulation dans les traînées lumineuses qu'elles délimitent.

M. Molliard ayant opéré dans un laboratoire, il est permis de se demander si de semblables causes ne sont pas venues modifier les conditions de son expérience, ce qui serait de nature à en affaiblir la portée.

Je n'irai pas d'ailleurs jusqu'à nier l'action que peut exercer la pesanteur sur le phénomène : tous les corps lui sont soumis et il serait illogique de lui refuser toute intervention, si faible soit-elle. Mais de là à lui assigner le principal rôle au détriment de la lumière, il y a un pas énorme que l'expérience du ballon ne permet pas de franchir.

Note ajoutée pendant l'impression. — Au cours de la discussion qui a suivi cette communication, M. Molliard a contesté l'hypothèse que j'avais émise pour tenter d'expliquer par une intervention lumineuse la production de lignes verticales dans un tube maintenu horizontalement, en se basant sur ce fait que, d'après lui, il ne s'agirait que d'images virtuelles et par conséquent incapables d'influencer des organismes phototactiques.

Cette interprétation ne me semble pas exacte : les lentilles biconvexes épaisses donnent lieu, comme les lentilles minces, à la production d'images réelles, ainsi qu'en font foi tous les traités de physique. En outre les milieux réfringents cylindriques se conduisent comme des lentilles à très court foyer.

Il y avait lieu, cependant, pour répondre à l'objection de M. Molliard, de vérifier la possibilité de déterminer, sur un écran appliqué contre le cylindre, la production de zones lumineuses d'intensités diverses et provenant des rayons émanant des objets visés.

Pour cela j'ai appliqué exactement le long d'un cylindre de verre rempli d'eau une bande de papier photographique au bromure d'argent et j'ai exposé ce système à la lumière, dans la direction d'objets situés à une distance de quelques mètres et en tenant le tube horizontalement.

Au développement, le papier a présenté une série de lignes verticales alternativement claires et obscures.

L'hypothèse d'une intervention lumineuse dans l'expérience de M. Molliard est donc parfaitement justifiée.

Cette communication donne lieu à une importante discussion, impossible à résumer ici, et à laquelle prennent part MM. Molliard, Dangeard, M. de Vilmorin, Hua, Friedel et Zeiller.

M. Dangeard fait en outre les remarques suivantes :

Je n'ai pas l'intention de prolonger la discussion engagée : je tiens cependant à faire remarquer que, dans la séance précédente, j'avais signalé deux faits concernant les différences d'intensité lumineuse sur les parois d'un tube cylindrique placé horizontalement : 1° l'existence de lignes de croissance très nettes et très rapprochées formées par le *Chlorella* dans le sens perpendiculaire à l'axe du tube; 2° l'existence d'une répartition en couches minces, séparées les unes des autres par un faible intervalle, d'organismes phototactiques, comme des Euglènes, lorsqu'elles sont soumises, dans un tube horizontal, à l'action des diverses radiations derrière des écrans.

Enfin j'indiquerai un moyen de reconnaître facilement l'existence de ces différences d'intensité lumineuse dans tous les cas qui peuvent se présenter : il suffit de rendre opaque dans une de leur moitié, la paroi des flacons ou des tubes destinés aux expériences; les images se forment avec leur intensité différente, sur cette paroi opaque, comme sur la glace d'un appareil photographique; on obtient ainsi des clichés très démonstratifs et d'une grande netteté.

M. Gagnepain offre, de la part de M. H. Lecomte, un important Mémoire sur les « Articulations florales » et en

résume les principales données. Il lit ensuite la Notice nécrologique ci-dessous :

F.-X. Gillot, sa vie et son œuvre;

PAR M. F. GAGNEPAIN.

Notre Société perdait le 18 octobre dernier un de ses membres les plus distingués, en même temps qu'un fidèle collaborateur de son Bulletin, et du même coup la Société d'histoire naturelle d'Autun éprouvait une perte irréparable, dans la personne de son Président, le Dr Gillot. Aux obsèques de ce digne citoyen, de ce dévoué panseur des souffrances humaines, toute la ville d'Autun s'associait, par sa présence et ses regrets, aux beaux discours prononcés sur sa tombe.

MÉDECIN. — Né à Autun, le 12 septembre 1842, F.-Xavier Gillot fit ses études dans sa ville natale et les continuait à la Faculté de médecine de Paris en octobre 1861. En décembre 1865, il était admis comme interne en médecine, le sixième sur les 36 d'une promotion qui compte des célébrités médicales : Dieulafoy, Lépine, Lucas-Championnière, etc. Par sa belle intelligence et son caractère sympathique, il trouve dans ses chefs de clinique confiance et affection. Il obtient le grade de Docteur en médecine le 17 avril 1869; sa thèse, ayant pour titre « Étude sur une affection de la peau décrite sous le nom de *Mycosis fongoïde* », mérita la mention extrêmement satisfait avec une médaille au concours des thèses. Puis, à regret, sur les instances de sa famille, il quitta pour Autun, la capitale qui donne tant de facilités à ceux que les études passionnent invinciblement et, depuis mai 1869 jusqu'à sa mort, l'exercice de la médecine a tenu la plus grande place dans sa vie et ses occupations. Quarante ans durant, c'est un surmenage fiévreux de l'aube au soir. Il ne quitte ses malades que pour compléter ses études ou pour des congrès de médecine, en Espagne, en Autriche, en Russie, etc., tant il comprend qu'un praticien doit se tenir au courant des progrès de la médecine.

Non seulement il exerce son art à Autun, mais il est médecin de la compagnie P.-L.-M., de l'hospice de la ville où il aide puissamment le Dr Latouche a fonder une clinique chirurgicale; sa notoriété et son caractère lui acquièrent des situations en vue; il est président de l'Association des médecins de Saône-et-Loire, il est accrédité comme légiste auprès du tribunal d'Autun et de la cour d'assises de Châlon-sur-Saône.

Sa douceur, sa sollicitude, son dévouement à tous ses malades en firent un praticien accompli, et j'ai été témoin de l'éloquence muette des pressements de main convulsifs et des larmes de reconnaissance...